



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:  
**Martin Kruger**

Serial No.: 10/772,505

Filing Date: February 5, 2004

Title: **Device and Method for Checking  
the Quality of Data Packets  
Transmitted via a Radio Channel**

§  
§  
§  
§  
§  
§  
§  
§  
§

Group Art Unit: 2681

Examiner:

Attny. Docket No. 068758.0159

Client Ref.: I0263US/lg

Mail Stop  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING VIA EXPRESS MAIL

PURSUANT TO 37 C.F.R. § 1.10, I HEREBY CERTIFY THAT I HAVE INFORMATION AND A REASONABLE BASIS FOR BELIEF THAT THIS CORRESPONDENCE WILL BE DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE, ON THE DATE BELOW, AND IS ADDRESSED TO:

MAIL STOP  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
ALEXANDRIA, VA 22313-1450

EXPRESS MAIL LABEL: EV449864453US  
DATE OF MAILING: MAY 11, 2004

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir:

We enclose herewith a certified copy of German patent application 101 40 114.0 which is the priority document for the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,  
BAKER BOTTS L.L.P. (023640)

Date: May 11, 2004

By:   
Andreas H. Grubert  
(Limited recognition 37 C.F.R. §10.9)  
One Shell Plaza  
910 Louisiana Street  
Houston, Texas 77002-4995  
Telephone: 713.229.1964  
Facsimile: 713.229.7764  
AGENT FOR APPLICANTS



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 40 114.0

**Anmeldetag:** 16. August 2001

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG,  
81669 München/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zur Qualitätsprüfung  
von über einen Funkkanal übertragenen  
Datenpaketen

**IPC:** H 03 M, H 04 L

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 04. März 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



**Eresig**

## Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Qualitätsprüfung von über einen Funkkanal übertragenen Datenpaketen

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger, sowie ein Verfahren zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen.

10

Bei der Mobilfunkübertragung wird der zu übertragende Nutzdatenstrom senderseitig in Datenpakete zerlegt, welche dann zum Empfänger übertragen werden. Auf Seiten des Empfängers werden die empfangenen Pakete zunächst einem Entschachteler zugeführt, der für jeden übertragenen Datenblock eine Permutation der Datensymbole dieses Datenblocks vornimmt. Der Ausgang des Entschachtelers ist mit dem Eingang des empfängerseitigen Viterbi-Decoders verbunden, welcher den eingehenden Datenstrom decodiert.

15

20

Hinsichtlich eines empfangenen Datenpakets muss nun beurteilt werden, ob die Zahl der innerhalb des Datenpakets vorkommenden Fehler noch akzeptabel ist oder ob das empfangene Datenpaket verworfen werden muss. In diesem Fall müsste das Datenpaket erneut beim Sender angefordert und zum Empfänger übertragen werden.

25

Zur Beurteilung der Qualität der übertragenen Daten ist es bekannt, zusammen mit den Nutzdatenbits ein Fehlerschutzwort zu übertragen, welches zumindest für einen Teil der übertragenen Nutzdatenbits eine Überprüfung der Datenintegrität ermöglicht. Zur Überprüfung der Datenintegrität werden verschiedene aus der Codierungstheorie bekannte Prüfsummenverfahren und CRC-Checks (Cyclic Redundancy Checks) eingesetzt. Bei den einfachsten dieser Verfahren wird zusammen mit der Folge von Nutzbits ein Paritätsbit übertragen. Kompliziertere

30

35

Prüfsummenverfahren ermöglichen zusätzlich zur Fehlererkennung auch eine Fehlerkorrektur.

Beim Mobilfunkstandard GSM werden drei Klassen von Nutzbits, nämlich die Klassen Ia, Ib sowie II, unterschieden. Während die gesendeten Bits der Klasse Ia zusammen mit einem zugehörigen Fehlerschutzwort übertragen werden, ist für die Bits der Klasse Ib kein derartiges Fehlerschutzwort vorgesehen. Die Bits der Klasse II unterscheiden sich von den Bits der Klassen Ia und Ib dadurch, dass sie nach der Entschachtelung am Viterbi-Decoder vorbeigeführt werden und ohne weitere Decodierung weiterverarbeitet werden können. Beim GSM-Standard wird daher nur für die Nutzbits der Klasse Ia (und somit nur für einen gewissen Bruchteil der insgesamt übertragenen Nutzbits) eine CRC-Überprüfung durchgeführt. In Abhängigkeit vom Ergebnis der CRC-Überprüfung wird das Datenpaket entweder akzeptiert oder verworfen.

Die Fehlerwahrscheinlichkeit der Bits der nicht verworfenen Rahmen, die sogenannte Restfehlerwahrscheinlichkeit, ist jedoch in vielen Fällen noch zu groß. Für den Mobilfunkstandard GSM hat die ETSI (European Telecommunications Standards Institute) strenge Vorgaben für die Restfehlerwahrscheinlichkeit (Residual Bit Error Rate, RBER) festgesetzt. Derartige Vorgaben existieren auch für die sogenannte Rahmenauslassrate (Frame Erasure Rate, FER), welche die relative Anzahl der verworfenen Rahmen angibt. Von diesen beiden Vorgaben ist die Vorgabe für die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER die schwieriger zu erfüllende. Da mit einem Prüfsummentest nur die Ia-Bits auf Fehler überprüft werden können und somit nur ein kleiner Teil der übertragenen Bits erfasst wird, ist die Wahrscheinlichkeit für nicht erkannte fehlerhafte Bits der Klassen Ib und II recht groß, oft größer als zulässig.

Zur Lösung dieses Problems wird in der US-Patentschrift 5,113,400 "Error Detection System" von A.F. Gould und P.D. Rasky ein zusätzliches Überprüfungsverfahren vorgeschlagen.

Hierzu wird der am Ausgang des Viterbi-Decoders auftretende decodierte Nutzdatenstrom einem Faltungscodierer zugeführt, der exakt dem senderseitig verwendeten Faltungscodierer entspricht. Dieser Faltungscodierer codiert den decodierten Datenstrom erneut. Der so erhaltene encodierte Datenstrom sollte mit dem am Eingang des Viterbi-Decoders anliegenden encodierten Datenstrom genau übereinstimmen. Durch einen Vergleich der beiden Datenströme, welcher beispielsweise von einem XOR-Gatter durchgeführt werden kann, lässt sich die Zahl der innerhalb eines bestimmten Datenpakets auftretenden Bitfehler erfassen. Die Zahl der für ein Datenpaket bzw. für eine Gruppe von Datenpaketen ermittelten Bitfehler wird als Metrik bezeichnet. Wenn die Metrik einen gewissen vorgegebenen Schwellwert übersteigt oder wenn der parallel hierzu durchgeführte Prüfsummentest nicht erfolgreich ist, dann wird der Rahmen verworfen. Dadurch wird in jedem Fall die Rahmenausschussrate FER erhöht; die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER wird abgesenkt. Dieses Verfahren, bei dem die Metrik mit einem fix vorgegebenen Schwellwert verglichen wird, hat jedoch den Nachteil, dass die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER immer noch starken Schwankungen unterliegt.

Aus diesem Grund wurden Lösungen vorgeschlagen, bei denen der Schwellwert für die Metrik adaptiert wird. Eine derartige Lösung ist im US-Patent 6,092,230 "Method and Apparatus for Detecting Bad Frames of Information in a Communication System" von S.L. Wood, T.J. Kundmann, L.M. Proctor sowie K. Stewart vorgeschlagen. Ein Zustandsautomat erfasst die Häufigkeit der Verwerfung von Rahmen und variiert den Schwellwert für die Metrik so, dass die relative Anzahl der verworfenen Rahmen, also die Rahmenausschussrate FER, innerhalb eines gewünschten Bereichs liegt. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann die Rahmenausschussrate FER auf einen gewünschten Wert eingeregelt werden. Dieses Verfahren ist jedoch nicht dafür geeignet, die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER in einen gewünschten Bereich zu regeln.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Einstellung von Schwellwerten bei der Qualitätsprüfung empfangener Datenpakete zur Verfügung zu stellen, mit dem starke Schwankungen der Restfehlerwahrscheinlichkeit (RBER) vermieden werden können.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen gemäß Anspruch 1, durch einen Mobilfunkempfänger gemäß Anspruch 14 sowie durch ein Verfahren zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Mobilfunkempfänger gemäß Anspruch 15 gelöst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger, umfasst einen Faltungsdecodierer zur Decodierung der empfangenen Datenpakete, Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete sowie Vergleichsmittel, welche für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristische Parameter mit Schwellwerten vergleichen und die Datenpakete in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis akzeptieren, verwerfen oder modifizieren. Darüber hinaus umfasst die Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps, welche ermitteln, ob es sich bei dem aktuellen Übertragungskanal um einen schnell veränderlichen oder um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal handelt, sowie Mittel zur Festlegung der Schwellwerte für die Vergleichsmittel in Abhängigkeit vom ermittelten Übertragungskanaltyp.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich das Übertragungsverhalten von langsam veränderlichen (Mobil-) Funkkanälen grundlegend vom Übertragungsverhalten von schnell veränderlichen (Mobil-) Funkkanälen unterscheidet. Um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal handelt es sich beispielsweise bei dem Übertragungskanal, der zwischen

einem mobiltelefonierenden Fußgänger in städtischer Umgebung und der nächstgelegenen Basisstation (Typical Urban 3 km/h, TU3) aufgebaut wird. Bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen kommt es abwechselnd zu langen Zeiträumen von guter und von schlechter Übertragungsqualität. Dies führt dazu, dass die Übertragungsqualität während der Übertragung eines Datenpakets meist konstant bleibt - entweder konstant gut oder konstant schlecht. Als Folge hiervon weisen die empfangenen Daten nach ihrer Decodierung entweder keine bzw. sehr wenig Fehler, oder aber sehr viele Fehler auf.

Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen dagegen wechselt die Übertragungsqualität des Kanals in kürzeren Abständen. Zeitintervalle mit guter Übertragungsqualität wechseln sich in schneller Folge mit Zeitintervallen schlechter Übertragungsqualität ab. Aus diesem Grund wechselt während der Übertragung eines Datenpakets in der Regel mehrfach die Übertragungsqualität. Da die Nutzdatenbits mit einer gewissen Redundanz übertragen werden, können im Faltungsdecodierer fehlerhaft übertragene Teile eines Datenpakets in der Regel anhand von anderen, fehlerfrei übertragenen Teilen des Datenpakets rekonstruiert werden. Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen enthält der Großteil der decodierten Datenpakete zwar einige Fehler; Datenpakete mit sehr großer Fehlerzahl sind dagegen bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen selten. Auch vollkommen fehlerfreie Datenpakete kommen nur selten vor, weil hierfür während des gesamten, für die Übertragung des Datenpakets benötigten Zeitraums eine hinreichend gute Übertragungsqualität gegeben sein muss. Dies kommt bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen selten vor.

Wegen des unterschiedlichen Übertragungsverhaltens von verschiedenen physikalischen Kanälen kommt es auch zu einem unterschiedlichen Verhalten bei der Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER, also bei der Wahrscheinlichkeit von Fehlern bei den nicht explizit auf Fehler überprüfbaren Bits. Bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen gilt grundsätzlich, dass

bei Vorliegen eines guten Übertragungszeitraums keine Fehler auftreten. Wenn dagegen für einige der überprüften Bits Bitfehler festgestellt wurden, so ist bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen die Restfehlerwahrscheinlichkeit bei den  
5 nicht überprüften Bits sehr groß, weil davon auszugehen ist, dass das gesamte Datenpaket während eines schlechten Übertragungszeitraums übertragen wurde. Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen dagegen ist für den Fall, dass bereits einige Bitfehler detektiert wurden, die Restfehlerwahrscheinlichkeit  
10 deutlich geringer.

Um dieser Abhängigkeit der Restfehlerwahrscheinlichkeit vom Typ des Übertragungskanals Rechnung zu tragen, werden bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw.  
15 unzuverlässig übertragenen Datenpaketen die Schwellwerte für die Qualität der decodierten Datenpakete an den vorab ermittelten Übertragungskanaltyp angeglichen. Wenn festgestellt wird, dass ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, dann werden strenge Schwellwerte für die Qualitätsüberprüfung festgesetzt. Denn auch wenn innerhalb des überprüften Teils der übertragenen Nutzdaten nur einige wenige Fehler auftreten, muss bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen davon ausgegangen werden, dass das gesamte Datenpaket fehlerhaft übertragen wurde. Auch wenn innerhalb des  
20 überprüften Bruchteils der Nutzdaten nur wenige Fehler festgestellt wurden, sollte das Datenpaket daher verworfen werden.

Wenn dagegen festgestellt wird, dass ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, dann dürfen die Schwellwerte für die Qualität der decodierten Datenpakete großzügiger festgesetzt werden. In diesem Fall ist auch bei Vorliegen von einigen Fehlern innerhalb des überprüften Bruchteils der Nutzdatensequenz noch davon auszugehen, dass große Teile des  
35 Datenpakets korrekt übertragen wurden.



Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Adaption der Schwellwerte in Abhängigkeit vom ermittelten Übertragungskanaltyp lässt sich erreichen, dass die Restfehlerwahrscheinlichkeit auch bei wechselnden Übertragungsbedingungen auf einem in etwa konstanten Wert gehalten werden kann. Dies führt zu einer gleichmäßigeren Übertragungsqualität; schwankende Bitfehler-raten können durch Einsatz der erfindungsgemäßen Lösung vermieden werden. Mit der erfindungsgemäßen Lösung lässt sich auch eine optimale Balance zwischen der Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER und der relativen Anzahl der verworfenen Rahmen, der Rahmenausschussrate FER herstellen. Maßgeblich für diese mit Hilfe der erfindungsgemäßen Lösung erzielten Erfolge ist die Unterscheidung zwischen langsam veränderlichen und schnell veränderlichen Übertragungskanälen sowie das Verständnis des dadurch verursachten unterschiedlichen Übertragungsverhaltens. Die Unterscheidung, ob ein langsam veränderlicher oder ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, kann anhand einiger in dieser Patentanmeldung offenkundiger Kriterien einfach und schnell getroffen werden. Der Schaltungsaufwand für die Implementierung von Mitteln zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps ist gering.

Es ist von Vorteil, wenn die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete einen Faltungsdecodierer zur erneuten Codierung der decodierten Daten umfassen. Im Faltungsdecodierer wird ausgehend von den über den Mobilfunkkanal empfangenen Daten mit Hilfe des Viterbi-Algorithmus ermittelt, welche Nutzdatensequenz der Übertragung mit der größten Wahrscheinlichkeit zugrunde gelegen hat. Um dieses Schätzungsergebnis des Faltungsdecodierers zu überprüfen, werden die decodierten Daten mittels eines zusätzlichen Faltungsdecodierers erneut codiert. Durch das erneute Codieren der decodierten Daten kann der ursprüngliche, encodierte Bitstrom, welcher dem Viterbi-Decoder zugeführt worden war, mit dem erneut encodierten Bitstrom verglichen werden. Aus dem Vergleich der beiden Bitströme kann die Zahl der Bitfehler pro Datenpaket bestimmt werden. Die Zahl der für ein bestimm-

tes Datenpaket ermittelten Abweichungen bzw. Bitfehler soll im folgenden als Metrik bezeichnet werden. Diese Metrik, die durch erneute Faltungscodierung der decodierten Daten gewonnen wird, stellt eine aussagekräftige Kennzahl für die Qualität der decodierten Datenpakete dar und eignet sich daher in  
5       besonderem Maße für die Überprüfung der Übertragungsqualität.

Dabei ist es von Vorteil, wenn die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete mindestens eine XOR-  
10       Verknüpfung umfassen, mit der die Abweichungen zwischen den empfangenen Daten und den durch den Faltungscodierer erneut codierten Daten feststellbar sind. Wenn an den beiden Eingängen eines XOR-Gatters übereinstimmende Signalwerte angelegt werden, dann erscheint am Ausgang des XOR-Gatters der Wert  
15       „0“. Wenn dagegen an einem der Eingänge des Gatters eine „0“ und an dem anderen Eingang eine „1“ anliegt, dann kann am Ausgang des XOR-Gatters der Wert „1“ abgegriffen werden. Ein XOR-Gatter ist daher besonders geeignet, um die abweichenden Bits zwischen zwei Bitströmen zu erfassen. Jede Abweichung  
20       zwischen den beiden Bitströmen wird durch den Wert „1“ am Ausgang des XOR-Gatters angezeigt.

Es ist von Vorteil, wenn die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete einen Fehlerzähler umfassen,  
25       der die Fehlerzahl als Zahl der Abweichungen zwischen den empfangenen Daten und den durch den Faltungscodierer erneut codierten Daten zählt. Der encodierte Datenstrom der empfangenen Daten und der durch den Faltungscodierer erzeugte Datenstrom von erneut encodierten Daten werden bitweise miteinander  
30       verglichen, und der Fehlerzähler zählt die Zahl der Abweichungen. Der Fehlerzähler liefert zu jedem empfangenen Datenpaket die Metrik des Datenpakets, also die für das Datenpaket ermittelte Fehlerzahl. Wenn die Abweichungen zwischen den empfangenen Daten und den durch den Faltungscodierer erneut  
35       codierten Daten mit Hilfe eines XOR-Gatters erfasst werden, dann zählt der Fehlerzähler, wie oft am Ausgang des XOR-Gatters der Signalwert „1“ auftritt.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird die vom Fehlerzähler ermittelte Fehlerzahl durch die Vergleichsmittel mit mindestens einem Schwellwert verglichen, und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis werden die Datenpakete akzeptiert, verworfen oder modifiziert. Bei der Fehlerzahl oder Metrik handelt es sich um einen aussagekräftigen Parameter für die Qualität der decodierten Datenpakete. Je höher die Metrik ist, desto schlechter ist die Qualität des decodierten Datenpakets. Mit dem Metrik-Schwellwert wird die gerade noch akzeptable Fehlerzahl des Datenpakets definiert. Wenn die Fehlerzahl bzw. Metrik des Datenpakets unterhalb des Schwellwerts liegt, dann sind die decodierten Daten vertrauenswürdig. Wenn dagegen die vom Fehlerzähler ermittelte Fehlerzahl den Schwellwert übersteigt, dann muss das Datenpaket verworfen werden. Daraufhin kann die erneute Übertragung des Datenpakets angefordert werden.

Parallel zur Überprüfung der Metrik des empfangenen Datenpakets kann außerdem ein konventioneller Prüfsummentest (CRC; Cyclic Redundancy Check) für einen Teil der übertragenen Bits, beispielsweise für die Bits der Klasse Ia, durchgeführt werden. Hierzu wird das zusammen mit den Bits der Klasse Ia übertragene Fehlerschutzwort herangezogen, anhand dessen sich die Datenintegrität der gesendeten Bits der Klasse Ia beurteilen lässt. Mithilfe des Prüfsummentests lässt sich beurteilen, ob innerhalb der Bits der Klasse Ia Bitfehler aufgetreten sind oder nicht. Wenn für ein empfangenes Datenpaket sowohl die Metrik ermittelt als auch ein CRC-Check durchgeführt wurde, dann wird das Datenpaket nur dann akzeptiert, wenn beide Tests die Daten als vertrauenswürdig einstufen. Wenn dagegen die Metrik oberhalb des Schwellwerts liegt, oder wenn der Prüfsummentest bzw. der CRC-Check das Vorhandensein von Bitfehlern signalisiert, dann muss das empfangene Datenpaket verworfen werden. Eine Qualitätsüberprüfung anhand der Metrik der Datenpakete kann daher problemlos mit den wohl-

etablierten CRC-Überprüfungen, Paritätsprüfungen oder Prüfsummentests kombiniert werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erschließen die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps den Übertragungskanaltyp anhand der Verteilung der Häufigkeiten der verschiedenen für die Datenpakete ermittelten Fehlerzahlen. Anhand der Verteilung der Häufigkeiten der Fehlerzahlen lässt sich ermitteln, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt. Hierzu wird für eine Menge von Datenpaketen für jedes Datenpaket die zugehörige Fehlerzahl bestimmt. Anschließend wird zu jeder möglichen Fehlerzahl  $i$  die Häufigkeit  $n_i$  ihres Vorkommens in der betrachteten Menge von Datenpaketen bestimmt. Durch Auftragung der Fehlerzahl  $i$  gegen die Häufigkeit  $n_i$  ihres Vorkommens erhält man ein Histogramm, welches in Abhängigkeit von dem Typ des physikalischen Übertragungskanals spezifische Besonderheiten aufweist. Betrachtet man das Histogramm der Fehlerzahl für verschiedene physikalische Kanäle bei gleichem zeitlich gemitteltem Signal-Stör-Abstand, so zeigt sich, dass die Fehlerzahl bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen zwei Häufungspunkte bei Null und bei einer höheren Fehlerzahl aufweist. Bei schnell veränderlichen Kanälen dagegen ist das Histogramm der Fehlerzahl von Null an monoton fallend. Insbesondere die Häufigkeit einer Nullmetrik ist bei langsam veränderlichen Kanälen besonders hoch, höher als bei schnell veränderlichen Kanälen. Dies liegt daran, dass eine Nullmetrik nur dann zustande kommt, wenn während der gesamten für die Übertragung des Datenpakets benötigten Zeitdauer gute Übertragungsbedingungen vorherrschen. Dieser Fall kommt bei langsam veränderlichen Kanälen wesentlich häufiger vor als bei schnell veränderlichen Kanälen, bei denen sich gute und schlechte Übertragungszeiträume während der Übertragung eines Datenpakets in rascher Folge abwechseln. Die Eigenschaften des physikalischen Übertragungskanals können daher anhand des Histogramms der Metriken erkannt und berücksichtigt werden.

Dabei ist es insbesondere von Vorteil, wenn die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps den Übertragungskanaltyp anhand des Anteils von fehlerfreien Datenpaketen bestimmen.

- 5 Ein hoher Anteil von Datenpaketen mit Nullmetrik ist ein typisches Merkmal eines langsam variierenden Übertragungskanals. Anhand dieses Merkmals können langsam variierende und schnell variierende Übertragungskanäle auf einfache Weise voneinander unterschieden werden. Hierzu müssen lediglich innerhalb einer vorgegebenen Zahl von Datenpaketen die Datenpakete mit der Metrik Null ermittelt und gezählt werden.

- Dabei ist es von Vorteil, wenn die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps einen Nullmetrik-Zähler umfassen, der innerhalb einer vorgegebenen Zahl von Datenpaketen die fehlerfreien Datenpakete zählt. Während des Empfangs einer vorgegebenen Zahl von Datenpaketen wird der Nullmetrik-Zähler bei jedem Datenpaket, für das die Metrik den Wert Null aufweist, um eins inkrementiert. Ein derartiger Nullmetrik-Zähler lässt sich einfach und mit geringem Aufwand in Hardware implementieren. Anhand des vom Nullmetrik-Zähler gelieferten Ergebnisses können die verschiedenen Typen von physikalischen Übertragungskanälen auf einfache Weise unterschieden werden.

- 25 Dabei ist es von Vorteil, wenn die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps mindestens einen Vergleicher umfassen, der die Zahl bzw. den Anteil der fehlerfreien Datenpakete mit einem Nullmetrik-Grenzwert vergleicht, wobei anhand des Vergleichsergebnisses bestimmt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt. Wenn der Anteil von fehlerfreien Datenpaketen innerhalb der empfangenen Datenpakete den Nullmetrik-Grenzwert überschreitet, dann liegt ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vor. Bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen kommt es zu langen Zeitintervallen mit guter Übertragungsqualität und Datenpakete, die innerhalb dieser Zeitin-

tervalle übertragen werden, weisen gar keine oder nur wenige Bitfehler auf. Wenn dagegen der Anteil von fehlerfreien Datenpaketen unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt, dann kann auf einen schnell veränderlichen Übertragungskanal geschlossen werden. Ein Vergleich lässt sich auf einfache Weise als Komparatorschaltung realisieren, der Implementierungsaufwand ist gering. Anhand des vom Vergleich gelieferten Ergebnisses ist eine sichere Unterscheidung zwischen den verschiedenen Typen von physikalischen Kanälen möglich.

10

Es ist von Vorteil, wenn für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert liegt, eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert wird als für den Fall, dass die Zahl bzw.

15

der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt. Diese Vorgehensweise mag zunächst paradox erscheinen: ein hoher Anteil von fehlerfreien Datenpaketen soll also gerade zu einer Verschärfung der Qualitätsanforderungen führen, während bei einem geringen Anteil von

20

fehlerfreien Datenpaketen die Qualitätsanforderungen sogar noch gelockert werden. Der Grund für diese Vorgehensweise ist, dass aus dem Vorliegen von vielen fehlerfreien Datenpaketen auf einen langsam veränderlichen Übertragungskanal geschlossen werden kann. Bei langsam veränderlichen Übertra-

25

gungskanälen ist es aber sinnvoll, die Qualitätsanforderungen zu verschärfen, weil die Restfehlerwahrscheinlichkeit gerade bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen hoch ist. Wenn nämlich bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen Übertragungsfehler auftreten, dann treten sie gleich gehäuft auf,

30

weil das Datenpaket wahrscheinlich komplett während eines schlechten Übertragungszeitraums übermittelt wurde. Deshalb macht es Sinn, derartige über einen langsam veränderlichen Übertragungskanal übertragene Datenpakete bereits bei relativ geringen Fehlerzahlen zu verwerfen. Wenn die Zahl der fehlerfreien Datenpakete dagegen unterhalb des Nullmetrik-

35

Grenzwerts liegt, dann liegt ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor. In diesem Fall ist wegen der schnellen Ab-

folge von guten und schlechten Übertragungszeiträumen nicht mit dem gehäuften Auftreten von Übertragungsfehlern zu rechnen. Deshalb können für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt, die Anforderungen an die Qualität der Datenpakete gelockert werden.

Dabei ist es von Vorteil, wenn für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwerts liegt, die Schwellwerte für die Vergleichsmittel auf niedrigere Werte gesetzt werden als für den Fall, dass die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt. Wenn die Zahl bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert liegt, dann handelt es sich bei dem Übertragungskanal um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal. Insofern muss eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert werden. Dies bedeutet, dass die Datenpakete bereits bei relativ geringer Fehlerzahl verworfen werden sollten, und deshalb müssen die Schwellwerte für die Vergleichsmittel auf relativ niedrige Werte gesetzt werden. Wenn die Metrik diese relativ niedrigen Schwellwerte überschreitet, wird das Datenpaket verworfen. Wenn dagegen der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts liegt, dann handelt es sich um einen schnell veränderlichen Übertragungskanal. Dementsprechend sind die Qualitätsanforderungen weniger rigoros, und insofern können die Schwellwerte, bei deren Überschreitung das entsprechende Datenpaket verworfen wird, auf vergleichsweise höhere Werte gesetzt werden.

30

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung führen die Vergleichsmittel zur Ermittlung schlecht empfangener Datenpakete einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen Parametern und einem ersten Schwellwert durch. Die Vergleichsmittel zur Ermittlung unzuverlässig empfangener Datenpakete führen einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen

Parametern und einem zweiten Schwellwert durch, wobei der zweite Schwellwert kleiner ist als der erste Schwellwert. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird neben der Klasse „schlechter Rahmen“ zusätzlich die Klasse „unzuverlässiger Rahmen“ eingeführt. Auch hier kann eine Rate für die unzuverlässigen Rahmen (UFR, Unreliable Frame Rate) sowie eine Restfehlerrate URBER für die unzuverlässigen Rahmen definiert werden. Sobald die Fehlerrate eines Datenpakets den kleineren, zweiten Schwellwert übersteigt, wird der Rahmen als unzuverlässig klassifiziert. Wenn auch der höhere erste Schwellwert überschritten wird, so handelt es sich außerdem um einen schlechten Rahmen, der in jedem Fall verworfen werden muss. Hinsichtlich der unzuverlässigen Rahmen wäre es beispielsweise möglich, diese in Abhängigkeit von der aktuellen Häufigkeit verworfener Rahmen entweder beizubehalten oder zu verwerfen. Durch die Einführung der zusätzlichen Klasse "unzuverlässiger Rahmen" kann eine noch gleichmäßigere Qualität der Datenübertragung erzielt werden.

Es ist von Vorteil, wenn es sich bei dem Übertragungskanal um einen Halbraten-Kanal und insbesondere um einen Halbraten-Sprachkanal handelt. Beim Mobilfunkstandard GSM werden für Vollraten-Kanäle Datenpakete mit 456 Bits verwendet, während bei Halbraten-Kanälen Datenpakete mit 228 Bits vorgesehen sind. Wegen der bei Halbraten-Kanälen stark reduzierten Redundanz bei der Datenübertragung werden hier sowohl die Rahmenausschussrate FER als auch die Restfehlerwahrscheinlichkeit RBER besonders streng geprüft. Bei Halbraten-Sprachkanälen kommt hinzu, dass ein Sprachrahmen nur über zwei statt vier Zeitschlitzte verteilt übertragen wird. Wenn ein derartiger Sprachrahmen über einen langsam veränderlichen Übertragungskanal übermittelt wird, dann werden die Qualitätsanforderungen bei Einsatz der erfindungsgemäßen Lösung hochgesetzt. Wenn nämlich die Übertragung des Sprachrahmens vollständig innerhalb eines Zeitintervalls mit schlechten Übertragungsbedingungen vorgenommen wird, dann ist die Wahr-



scheinlichkeit für ein gehäuftes Auftreten von Übertragungsfehlern sehr hoch.

Die Erfindung eignet sich insbesondere für eine aufwandsarme  
5 Implementierung auf einer integrierten Schaltung in einem Mobilfunkempfänger.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Detektion von  
schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in ei-  
10 nem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger,  
wird zunächst ermittelt, ob ein schnell veränderlicher oder  
ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt. An-  
schließend werden in Abhängigkeit von dem ermittelten Typ des  
Übertragungskanals Schwellwerte für die geforderte Qualität  
15 der Datenpakete festgelegt. Daraufhin wird ein Vergleich von  
für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristi-  
schen Parametern mit den festgelegten Schwellwerten durchge-  
führt. In Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis werden die Da-  
tenpakete akzeptiert, verworfen oder modifiziert.

20

Bei festgelegten Schwellwerten weisen langsam veränderliche  
Übertragungskanäle eine wesentlich höhere Restfehlerwahr-  
scheinlichkeit auf als schnell veränderliche Übertragungskanäle.  
Um eine gleichbleibende Übertragungsqualität gewähr-  
25 leisten zu können, werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren  
die Schwellwerte für die geforderte Qualität der Datenpakete  
in Abhängigkeit vom Typ des Übertragungskanals adaptiert. Um  
zu einer konstanten Restfehlerwahrscheinlichkeit zu gelangen,  
werden die Schwellwerte für langsam veränderliche Übertra-  
30 gungskanäle auf niedrigere Werte gesetzt als die Schwellwerte  
für schnell veränderliche Übertragungskanäle. Die für die  
Qualität der decodierten Datenpakete charakteristischen Para-  
meter, beispielsweise die Metrik, werden mit den festgelegten  
Schwellwerten verglichen. Bei Überschreitung der Schwellwerte  
35 werden die Datenpakete verworfen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels weiter beschrieben. Es zeigen:

5 Fig. 1 eine Darstellung der Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als Funktion der Metrik für verschiedene Übertragungskanaltypen;

Fig. 2 die Rest-Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als  
10 Funktion der festgelegten Metrik-Schwelle für verschiedene Übertragungskanaltypen;

Fig. 3 eine Auftragung der Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Metrikwerte in Form eines Histogramms für einen  
15 langsam veränderlichen Kanal sowie für einen schnell veränderlichen Kanal;

Fig. 4 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragene  
20 nen Datenpaketen; sowie

Fig. 5 ein detaillierteres Schaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung, aus der insbesondere die Funktionsweise des auch in Fig. 4 gezeigten Zustandsautomaten hervorgeht.

25

In Fig. 1 ist die Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als Funktion des für das jeweilige Datenpaket ermittelten Metrikwerts für verschiedene physikalische Übertragungskanäle dargestellt. Die mit TU3 bezeichnete Kurve bezieht sich auf den  
30 Übertragungskanaltyp "Typical Urban 3 km/h", also auf eine Mobilfunkstation, die mit einer Geschwindigkeit von ca. 3 km/h in städtischer Umgebung bewegt wird. Ein Fußgänger, der sich in einer städtischen Umgebung bewegt und dabei mobil telefoniert, baut mit der Basisstation einen Übertragungskanal dieses Typs auf. Bei dem Übertragungskanaltyp TU3 (ohne Frequency Hopping) handelt es sich um einen langsam veränderli-

35

chen Übertragungskanal, weil sich die Übertragungsbedingungen hier wegen der langsamen Gehgeschwindigkeit des Fußgängers nur vergleichsweise langsam ändern. Neben dem Übertragungskanaltyp TU3 gehört auch der Übertragungskanaltyp "Static", bei dem sich der Mobilfunkteilnehmer überhaupt nicht bewegt, zu den langsam veränderlichen Übertragungskanälen.

Zu den schnell veränderlichen Übertragungskanälen gehören dagegen sämtliche Übertragungskanäle, bei denen ein Frequenzsprungverfahren (FH: Frequency Hopping) verwendet wird. Hier wird sender- und empfängerseitig die Übertragungsfrequenz in kurzen Abständen gemäß einem festgelegten Schema gewechselt, um so die Robustheit des Übertragungskanals gegenüber verschiedenartigen Störungen zu verbessern. Der Übertragungskanal TU3, Ideal FH, gehört daher wegen des verwendeten Frequenzsprungverfahrens ebenfalls zu den schnell veränderlichen Übertragungskanälen. Neben der Verwendung eines Frequenzsprungverfahrens können auch vergleichsweise hohe Geschwindigkeiten des Mobilfunkteilnehmers eine schnelle Veränderlichkeit des Übertragungskanals zur Folge haben. Aus diesem Grund sind die Übertragungskanaltypen TU20, RA250 und HT100 auch dann zu den schnell veränderlichen Übertragungskanaltypen zu rechnen, wenn kein Frequenzsprungverfahren eingesetzt wird. Der Übertragungskanaltyp TU20 (Typical Urban 20 km/h) bezieht sich auf einen Teilnehmer, der sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 20 km/h in städtischer Umgebung bewegt. Ein Mobilfunkteilnehmer, der sich mit Auto oder Zug mit bis zu 250 km/h in ländlicher Umgebung bewegt, wird durch den Übertragungskanaltyp RA250 (Rural Area 250 km/h) beschrieben. HT100 (Hilly Terrain 100 km/h) dagegen bezieht sich auf einen Teilnehmer im Gebirge, der sich mit ca. 100 km/h bewegt.

Die in Fig. 1 auf der Rechtsachse aufgetragene Metrik gibt die für ein bestimmtes Datenpaket ermittelte Fehlerzahl an, die durch bitweises Vergleichen des Viterbi-decodierten und anschließend erneut encodierten Datenstroms mit dem ursprünglichen, encodierten Datenstrom erhalten wird.

Wenn die Übertragungsbedingungen während der Übertragung eines Datenpakets schlecht sind, dann weist das empfangene Datenpaket nach seiner Decodierung eine hohe Anzahl von Bitfehlern auf. Dies hat einen hohen Wert der Metrik bzw. Fehlerzahl zur Folge. Je höher der Metrikwert ist, umso schlechter ist die Qualität der empfangenen Daten. Anhand von Fig. 1 ist auch erkennbar, dass die für einen Teil der übertragenen Bits, nämlich für die Bits der Klasse Ib, ermittelte Bitfehlerrate monoton mit der Metrik bzw. Fehlerzahl zunimmt. Je schlechter die Übertragungsverhältnisse sind, desto höher wird auch der Metrikwert bzw. die Fehlerzahl ausfallen, und desto höher wird auch die Bitfehlerrate für die Bits der Klasse Ib sein.

Beim Vergleich der für schnell veränderliche Übertragungskanäle (TU20) und für langsam veränderliche Übertragungskanäle (TU3) aufgezeichneten Kurven fällt allerdings auf, dass sich bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen zu einem bestimmten vorgegebenen Metrikwert eine deutlich höhere Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib ergibt als bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen. Ein Datenpaket, das über einen schnell veränderlichen Übertragungskanal übertragen wird und für das eine Metrik bzw. Fehlerzahl von 30 ermittelt wird, weist eine wesentlich höhere Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib auf als ein über einen langsam veränderlichen Übertragungskanal übertragenes Datenpaket mit demselben Metrikwert 30. Der Grund hierfür ist, dass sich bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen (z.B. TU3) relativ lang andauernde, gute Übertragungszeiträume mit relativ lang andauernden, schlechten Übertragungszeiträumen abwechseln. Bei schnell veränderlichen Übertragungskanälen wie beispielsweise TU20 wechseln sich dagegen gute und schlechte Übertragungszeiträume in rascher Folge ab. Datenbits, die mit guter Übertragungsqualität empfangen werden, und Datenbits, die mit schlechter Übertragungsqualität empfangen werden, wechseln sich während der Übertragung eines Datenpakets ab.

Bei langsam veränderlichen Datenkanälen treten die Bitfehler dagegen gehäuft auf. Wenn für ein bestimmtes Datenpaket ein relativ hoher Metrikwert ermittelt wird, dann kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der übertragenen Bits des Datenpakets fehlerhaft ist. Daher ist bei langsam veränderlichen Übertragungskanälen die zu einem bestimmten Metrikwert ermittelte Bitfehlerrate höher als die zum gleichen Metrikwert ermittelte Bitfehlerrate bei einem schnell veränderlichen Übertragungskanal.

In Fig. 2 ist die Rest-Bitfehlerrate der Bits der Klasse Ib als Funktion der Metrik-Schwelle für schnell veränderliche (TU20) und für langsam veränderliche (TU3) Übertragungskanäle aufgetragen. Wenn eine Metrik-Schwelle definiert wird, dann bedeutet dies, dass für jedes empfangene Datenpaket die Metrik bzw. Fehlerzahl ermittelt und mit der vorgegebenen Metrik-Schwelle verglichen wird. Nur Datenpakete, deren Metrik unterhalb der Metrikschwelle liegt, werden akzeptiert. Alle Datenpakete, deren Metrik die Metrik-Schwelle übersteigt, werden verworfen.

Die in Fig. 2 als Funktion der Metrik-Schwelle aufgetragene Rest-Bitfehlerrate gibt daher die Rest-Bitfehlerrate der akzeptierten Datenpakete an, also die Rest-Bitfehlerrate von den Datenpaketen, deren Metrik unterhalb der Metrik-Schwelle liegt. Beispielsweise werden bei der Ermittlung der Rest-Fehlerrate zur Metrikschwelle mit dem Wert 30 sämtliche Datenpakete herangezogen, deren Metrik unterhalb der Metrik-Schwelle von 30 liegt. Alle Datenpakete mit einer Metrik von 30 oder mehr werden dagegen verworfen. Wieder ergibt sich, dass für eine vorgegebene Metrik-Schwelle die langsam veränderlichen Übertragungskanäle (TU3) eine deutlich höhere Rest-Bitfehlerrate aufweisen als die schnell veränderlichen Übertragungskanäle (TU20). Die Gründe hierfür waren bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben worden.

In Fig. 3 ist die Häufigkeit des Auftretens von bestimmten Metrikwerten als Funktion der Metrik für einen schnell veränderlichen Kanal (TU20) und für einen langsam veränderlichen Kanal (TU3) aufgetragen. Zur Erstellung derartiger Histogramme, welche die Übertragungseigenschaften eines bestimmten physikalischen Übertragungskanals in kompakter Form darstellen, werden für eine große Zahl von empfangenen Datenpaketen die Metriken bzw. Fehlerzahlen bestimmt. Anschließend wird ermittelt, welchen Anteil die Datenpakete mit einer bestimmten Metrik an den insgesamt empfangenen Datenpaketen haben.

Betrachtet man das Histogramm der Metriken für verschiedene physikalische Kanäle bei gleichem zeitlich mittlerem Signal-Störabstand, so zeigt sich, dass bei schnell veränderlichen Kanälen das Histogramm der Metrik von Null an monoton fallend ist. Langsam veränderliche Übertragungskanäle dagegen weisen zwei Häufungspunkte bei Null und bei einem höheren Metrikwert von ungefähr 35 auf.

Insbesondere die Häufigkeit einer Nullmetrik ist bei langsam veränderlichen Kanälen besonders hoch. Der Grund dafür ist, dass bei langsam veränderlichen Kanälen häufig während der gesamten für die Übertragung des Datenpakets benötigten Zeitspanne gute Übertragungsbedingungen vorliegen. Bei schnell veränderlichen Kanälen dagegen kommt es selten vor, dass während der gesamten Übertragung eines Datenpakets gleichbleibend günstige Übertragungsbedingungen herrschen. Während der Übertragung eines Datenpakets treten hier im Großteil der Fälle gute und schlechte Bits gemischt auf.

30

Bei langsam veränderlichen Kanälen kommt es bei einer Metrik von ungefähr 35 zu einem zweiten Häufungspunkt. Hier liegen während der gesamten Übertragung des Datenpakets schlechte Übertragungsbedingungen vor. Es geht nun darum, ein geeignetes Kriterium zur Unterscheidung von schnell veränderlichen und langsam veränderlichen Übertragungskanälen zu definieren. Wegen der großen Häufigkeit der Metrik Null bei beiden Über-

35

tragungskanaltypen, und wegen der deutlicheren Differenz der Häufigkeit der Nullmetrik bei schnell veränderlichen und langsam veränderlichen Übertragungskanälen bietet es sich zur Ermittlung des Übertragungskanaltyps an, die Häufigkeit der Nullmetrik innerhalb einer vorgegebenen Menge von Datenrahmen zu erfassen.

Hierzu wird für jedes ankommende Datenpaket die Metrik ermittelt und für jedes Datenpaket mit der Metrik Null wird ein Nullmetrik-Zähler um Eins inkrementiert. Um eine statistisch signifikante Anzahl von Nullmetriken zu erhalten, muss eine große Zahl von Datenpaketen ausgewertet werden. Es hat sich bewährt, den Beobachtungszeitraum zum Zählen der Nullmetriken auf einen Super-Rahmen festzulegen, welcher 300 Datenpakete umfasst. Die so ermittelte Zahl der Nullmetriken kann dann mit einem vorher festgelegten Nullmetrik-Grenzwert verglichen werden, welcher zwischen die für schnell veränderliche Übertragungskanäle erwartete Zahl von Nullmetriken und die für langsam veränderliche Kanäle erwartete Zahl von Nullmetriken gelegt werden sollte. Wenn dieser Nullmetrik-Grenzwert unterschritten wird, dann liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor. Wenn der Nullmetrik-Grenzwert dagegen überschritten wird, dann liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vor. Mit Hilfe dieses Kriteriums steht nach dem Empfang von ca. 300 Datenpaketen fest, welcher Typ von Übertragungskanal vorliegt.

Diese Information kann dann zur geschickten Festlegung der Metrik-Schwellwerte genutzt werden, um eine unabhängig vom physikalischen Übertragungskanal in etwa konstante Bitfehlerrate zu erreichen. Aus Fig. 2 kann erkannt werden, dass zur Erzielung einer konstanten Rest-Bitfehlerrate die Metrik-Schwelle für einen langsam veränderlichen Übertragungskanal (TU3) auf einen deutlich niedrigeren Wert gesetzt werden muss als die Metrik-Schwelle für schnell veränderliche Übertragungskanäle (TU20).

- Grundsätzlich müssen die Qualitätsanforderungen für langsam veränderliche Übertragungskanäle strenger gewählt werden als für schnell veränderliche Übertragungskanäle. Wenn festgestellt wird, dass ein langsamer Übertragungskanal (z.B. TU3) vorliegt, dann wird der Metrik-Schwellwert auf einen strengeren, also niedrigeren Wert eingestellt werden. Bei Vorliegen eines schnell veränderlichen Übertragungskanals dagegen wird der Metrik-Schwellwert auf einen höheren Wert festgesetzt.
- 5 Nur Datenpakete mit einer Metrik unterhalb des festgesetzten Metrik-Schwellwerts werden akzeptiert. Datenpakete, für die die ermittelte Metrik den Schwellwert übersteigt, müssen verworfen und dann eventuell neu angefordert werden.
- 10 Eine Implementierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen ist in Fig. 4 gezeigt. Der Strom von empfangenen Daten, der neben den verschachtelten, encodierten Bits 1 auch Zusatzinformationen 2 zu diesen Daten umfasst, wird einem
- 15 Entschachteler 3 zugeführt. Der Entschachteler 3 führt jeweils eine Permutation der zu einem bestimmten Datenpaket gehörigen Datensymbole durch, um diese in die richtige Reihenfolge für die nachfolgende Decodierung zu bringen. Am Ausgang des Entschachtelers 3 kann ein Strom von entschachtelten Bits
- 20 4 sowie von Zusatzinformationen 5 zu diesen Daten abgegriffen werden.
- Die ankommenden Bits werden durch den Demultiplexer 6 in den Strom 7 von encodierten Bits der Klasse I, in die Zusatzin-
- 30 formationen 8 zu den Bits der Klasse I sowie in den Strom 9 von Bits der Klasse II aufgeteilt. Zu den Bits der Klasse II existieren keine Zusatzinformationen (10). Bei den Bits der Klasse I handelt es sich um encodierte Daten, die durch den Viterbi-Decoder 11 decodiert werden müssen. Die Bits der
- 35 Klasse II dagegen sind nicht encodiert und werden daher nicht dem Viterbi-Decoder 11 zugeführt. Die Bits der Klasse II können direkt verwendet werden.



Der Viterbi-Decoder 11 decodiert den ankommenden Strom 7 von encodierten Bits der Klasse I und erzeugt so einen Strom 12 von decodierten Bits der Klasse I, sowie Zusatzinformationen 13 zu diesen Daten. Die Zusatzinformationen 13 umfassen beispielsweise Verlässlichkeitswerte (Soft Outputs) für die einzelnen decodierten Bits.

Der Strom 12 von decodierten Bits der Klasse I sowie die Zusatzinformationen 13 werden dem Demultiplexer und Prüfsummentester 14 zugeführt. Aus dem Strom 12 von decodierten Bits der Klasse I erzeugt der Demultiplexer zwei Bitströme, nämlich den Strom 15 von Bits der Klasse Ia sowie den Strom 16 von Bits der Klasse Ib. Zu den Bits der Klasse Ia gibt es ein Fehlerschutzwort zur Überprüfung der Datenintegrität, und insofern kann der Demultiplexer und Prüfsummentester 14 für diese Bits der Klasse Ia einen Prüfsummentest bzw. CRC-Check (Cyclic Redundancy Check) durchführen. Falls sich bei dem Prüfsummentest ergibt, dass die Bits der Klasse Ia Bitfehler aufweisen, so wird das Signal 17, das einen negativen Prüfsummentest anzeigt, auf „1“ gesetzt. Für die Bits der Klasse Ib existiert kein Fehlerschutzwort, und insofern kann die Datenintegrität dieser Bits nicht mit Hilfe eines Prüfsummentests überprüft werden.

25

Zur Ermittlung der Metrik bzw. Fehlerzahl der Bits der Klasse I wird der am Ausgang des Viterbi-Decoders 11 abgreifbare Strom 12 von decodierten Bits der Klasse I dem Faltungscodierer 18 zugeführt. Der Faltungscodierer 18 erzeugt einen Strom 19 von erneut faltungscodierten Bits der Klasse I, welcher am ersten Eingang des XOR-Gatters 20 anliegt. Der am Eingang des Viterbi-Decoders 11 abgreifbare Strom 7 von encodierten Bits der Klasse I liegt am zweiten Eingang des XOR-Gatters 20 an. Im XOR-Gatter 20 wird ein bitweiser Vergleich des Stroms 7 von encodierten Bits und des Stroms 19 von erneut faltungscodierten Bits durchgeführt. Wenn die an den beiden Eingängen des XOR-Gatters 20 anliegenden Bits übereinstimmen, wenn also

an beiden Eingängen des XOR-Gatters 20 die „0“ oder an beiden Eingängen des XOR-Gatters 20 die „1“ anliegt, dann erscheint am Ausgang 21 des XOR-Gatters 20 der Wert „0“. Wenn sich dagegen das am ersten Eingang des XOR-Gatters 20 anliegende Bit  
5 des Stroms 19 von dem am zweiten Eingang des XOR-Gatters 20 anliegenden Bit des Stroms 7 unterscheidet, dann liegt ein Bitfehler vor. In diesem Fall kann am Ausgang 21 des XOR-Gatters 20 der Wert „1“ abgegriffen werden.

10 Der Ausgang 21 des XOR-Gatters 20 ist mit dem Eingang des Fehlerzählers 22 verbunden. Jedes Mal, wenn am Ausgang 21 der Wert „1“ erscheint, wird der Zählerstand des Fehlerzählers 22 um Eins hochgezählt. Mit dem Fehlerzähler 22 kann die Zahl der innerhalb eines Datenpakets auftretenden Bitfehler, die  
15 sogenannte Metrik M, erfasst werden. Hierzu wird dem Fehlerzähler 22 nach erfolgter Übertragung eines Datenpakets ein Rahmenpuls 23 übermittelt, der als Rücksetz-/Auslesepuls für den Fehlerzähler 22 dient. Jedes Mal, wenn ein Rahmenpuls 23 auftritt, wird der Zählerstand des Fehlerzählers 22 als Metrikwert M zum Ausgang des Fehlerzählers 22 durchgeschaltet.  
20 Außerdem wird der Zählerstand des Fehlerzählers 22 auf Null zurückgesetzt.

25 Dem Zustandsautomaten 24 wird sowohl der Rahmenpuls 23 als auch der Metrikwert M zugeführt. Der Zustandsautomat 24 ermittelt den Anteil der Datenpakete mit der Metrik Null und stellt so fest, ob ein langsam veränderlicher oder ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt. In Abhängigkeit vom Übertragungskanaltyp setzt der Zustandsautomat 24  
30 dann den Schwellwert  $\Theta_B$  für die Detektion schlechter Rahmen sowie den Schwellwert  $\Theta_U$  für die Detektion unzuverlässiger Rahmen fest. Dem Metrik-Vergleicher 25 wird sowohl der Metrikwert M als auch der Schwellwert  $\Theta_B$  zugeführt. Der Metrik-Vergleicher 25 führt einen Vergleich von M und  $\Theta_B$  durch und  
35 setzt das Vergleichssignal 26 für schlechte Rahmen auf „1“, wenn  $M \geq \Theta_B$  gilt. In diesem Fall überschreitet die ermittelte

Metrik bzw. Fehlerzahl  $M$  den zulässigen Schwellwert  $\Theta_B$ , und der zugehörige Datenrahmen muss verworfen werden.

Das Vergleichssignal 26 für schlechte Rahmen ist mit einem  
5 Eingang des ODER-Gatters 27 verbunden. Am anderen Eingang des ODER-Gatters 27 liegt das Signal 17 an, das ein negatives Ergebnis des Prüfsummentests anzeigt. Wenn zumindest eines der beiden Signale 17 oder 26 auf „1“ liegt, dann nimmt das am  
10 Ausgang des ODER-Gatters 27 abgreifbare BFI-Signal 28 (Bad Frame Indication) ebenfalls den Wert „1“ an. Das BFI-Signal 28 zeigt an, dass es sich bei dem gerade empfangenen Datenpaket um ein schlechtes Datenpaket handelt, das verworfen werden muss.

15 Auch der Schwellwert  $\Theta_U$  für die Detektion unzuverlässiger Rahmen wird vom Zustandsautomaten 24 in Abhängigkeit vom Übertragungskanaltyp festgesetzt. Der Schwellwert  $\Theta_U$  für die Detektion unzuverlässiger Rahmen wird dabei auf einen niedrigeren Wert festgesetzt als der Schwellwert  $\Theta_B$  für die Detek-  
20 tion schlechter Rahmen. Wenn beispielsweise der Schwellwert  $\Theta_U = 3$  und der Schwellwert  $\Theta_B = 5$  gewählt wird, so bedeutet dies, dass ein Datenpaket mit mehr als drei Fehlern als unzuverlässig klassifiziert wird. Bei Auftreten von mehr als fünf Fehlern handelt es sich um ein schlechtes Datenpaket.

5 Der Zustandsautomat 24 führt den Schwellwert  $\Theta_U$  dem Metrik-Vergleicher 29 zu, der einen Vergleich von  $M$  und  $\Theta_U$  durchführt und das Vergleichssignal 30 für unzuverlässige Rahmen auf „1“, setzt wenn  $M \geq \Theta_U$  gilt. Das Vergleichersignal 30 für  
30 unzuverlässige Rahmen liegt daher auf „1“, wenn die Metrik  $M$  des Datenpakets den Schwellwert  $\Theta_U$  überschreitet.

Das Vergleichersignal 30 für unzuverlässige Rahmen wird dem ODER-Gatter 31 zugeführt. Am zweiten Eingang des ODER-Gatter  
35 31 liegt das BFI-Signal 28 an, welches bei Vorliegen eines schlechten Datenpakets den Wert „1“ annimmt. Das am Ausgang des ODER-Gatter 31 abgreifbare UFI-Signal 32 nimmt den Wert

„1“ an, wenn ein als unzuverlässig eingestuftes Datenpaket vorliegt. Das UFI-Signal 32 nimmt den Wert „1“ dann an, wenn das Vergleichersignal 30 für unzuverlässige Rahmen oder das BFI-Signal 28 (oder beide Signale) gesetzt sind. Wenn also  
5 das BFI-Signal 28 den Wert „1“ hat, weil beispielsweise ein negatives Ergebnis des Prüfsummentests bzw. CRC-Checks vorliegt, dann führt dies automatisch auch dazu, dass das UFI-Signal 32 den Wert „1“ annimmt. Insofern wird jeder schlechte Rahmen zugleich auch als unzuverlässiger Rahmen klassifi-  
10 ziert, während umgekehrt nicht jeder unzuverlässiger Rahmen zugleich auch ein schlechter Rahmen sein muss.

Im folgenden soll die Funktionsweise des Zustandsautomaten 24 anhand von Fig.5 dargestellt werden. Zur Ermittlung, ob ein  
15 langsam veränderlicher oder ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vorliegt, werden dem Zustandsautomaten 24 die für die verschiedenen Datenpakete ermittelten Metrikwerte M zugeführt. Im Nullmetrik-Tester 33 wird geprüft, ob es sich bei dem gerade empfangenen Datenpaket um ein Datenpaket mit  
20 der Metrik 0 ( $M=0$ ) handelt oder nicht. Falls die Metrik des Datenpakets gleich 0 ist, wird ein Zählimpuls 34 zum Nullmetrik-Zähler 35 übermittelt. Der Zählerstand des Nullmetrik-Zählers 35 wird während eines vorgegebenen Beobachtungszeitraums von N Datenpaketen bei jedem auftretenden Datenpaket  
25 mit der Metrik 0 um eins hochgezählt. Am Ende des Beobachtungszeitraums gibt der Zählerstand des Nullmetrik-Zählers 35 die Zahl Z der Nullmetriken an, die während des Beobachtungszeitraums aufgetreten sind.

30 Die Dauer des Beobachtungszeitraums wird mit Hilfe des Rahmenzählers 36 erfasst, dessen Zählerstand mit jedem auftretenden Rahmenpuls 23 um eins inkrementiert wird. Die Zahl F der bisher gezählten Rahmen wird dem Detektor 37 übermittelt, der die Zahl F der bisher gezählten Rahmen mit der vorgegebenen Zahl N vergleicht, wobei N die Zahl der Rahmen innerhalb  
35 eines Beobachtungszeitraums bezeichnet. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den Beobachtungszeitraum zum Zählen der

Nullmetrik auf einen Super-Rahmen festzulegen, welcher  $N = 300$  Sprachrahmen umfasst. Sobald die Zahl  $F$  der bisher gezählten Rahmen den vorgegebenen Wert  $N$  erreicht oder übersteigt, sobald also  $F \geq N$  gilt, erzeugt der Detektor 37 einen  
5 Rücksetz-/Auslesepuls 38, der das Ende des Beobachtungszeitraums anzeigt. Dieser Rücksetz-/Auslesepuls 38 wird dem Nullmetrik-Zähler 35 zugeführt, der den zum Zeitpunkt des Auftretens des Rücksetz-/Auslesepulses erreichten Zählerstand  $Z$  an seinem Ausgang ausgibt. Der Rücksetz-/Auslesepuls 38 wird  
10 darüber hinaus auch dem Rahmenzähler 36 zugeführt und bewirkt dort, dass die Zahl  $F$  der bisher gezählten Rahmen auf Null zurückgesetzt wird.

Die am Ende des Beobachtungszeitraums vorliegende Zahl  $Z$  der  
15 Nullmetriken wird sowohl zum Nullmetrik-Komparator 39 für schlechte Rahmen als auch zum Nullmetrik-Komparator 40 für unzuverlässige Rahmen übermittelt. Im Nullmetrik-Komparator 39 wird die Zahl  $Z$  der Nullmetriken mit dem Grenzwert  $\Theta_L$  verglichen. Wenn  $N$  auf 300 Rahmen festgelegt ist, dann empfiehlt  
20 es sich, als Grenzwert  $\Theta_L = 100$  zu wählen. Wenn  $Z$  den Grenzwert  $\Theta_L$  erreicht oder überschreitet, dann liegt ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vor, denn langsam veränderliche Übertragungskanäle zeichnen sich durch eine hohe Zahl von Nullmetriken aus.

5 Am Ausgang des Nullmetrik-Komparators 39 liegt das Komparatorergebnis  $i$  an. Für den Fall  $Z \geq \Theta_L$ , also für den Fall eines langsam veränderlichen Übertragungskanals, nimmt  $i$  den Wert „1“ an. Falls dagegen für die Zahl  $Z$  der Nullmetriken  
30 gilt  $Z < \Theta_L$ , dann liegt ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor, und das Komparatorergebnis  $i$  nimmt den Wert „0“ an. Das Komparatorergebnis  $i$  wird der Schwellwert-Tabelle 41 zugeführt. Die Tabelle  $(\Theta_{B,0} ; \Theta_{B,1})$  liefert als Ausgabewert  $\Theta_{B,i}$  den Tabellenwert  $\Theta_{B,0}$  wenn der Eingangswert  $i=0$  ist.  
35 Wenn der Eingangswert  $i=1$  ist, dann wird am Ausgang der Schwellwert-Tabelle 41 der Schwellwert  $\Theta_{B,1}$  ausgegeben.

Bei Vorliegen eines langsam veränderlichen Kanals, also bei  $Z \geq \Theta_L$ ,  $i=1$ , müssen die empfangenen Datenpakete relativ strengen Qualitätsanforderungen genügen. Insofern wird der Schwellwert  $\Theta_{B,1}$ , der dem Metrik-Vergleicher 25 zugeführt

5 wird, auf einen niedrigen Wert festgesetzt. Wenn dagegen ein schnell veränderlicher Übertragungskanal mit  $Z < \Theta_L$ ,  $i=0$  vorliegt, dann kann der zugehörige Schwellwert  $\Theta_{B,0}$ , der zur Erkennung schlechter Rahmen dient, auf einen etwas höheren Wert festgesetzt werden. Für die in der Schwellwert-Tabelle  
10 41 abgelegten Schwellwerte  $\Theta_{B,0}$  und  $\Theta_{B,1}$  gilt daher  $\Theta_{B,0} > \Theta_{B,1}$ . Wenn die Metrik  $M$  den jeweiligen Schwellwert  $\Theta_{B,i}$  übersteigt, dann signalisiert der Metrik-Vergleicher 25, dass ein schlechter Rahmen vorliegt.

15 Zur Festlegung der Schwellwerte  $\Theta_{U,k}$  für die Erkennung unzuverlässiger Rahmen wird die Zahl  $Z$  der Nullmetriken dem Nullmetrik-Komparator 40 für unzuverlässige Rahmen zugeführt, der einen Vergleich zwischen der Zahl  $Z$  und dem Grenzwert  $\Theta'_L$  durchführt. Wenn  $Z \geq \Theta'_L$  gilt, dann handelt es sich um einen  
20 langsam veränderlichen Übertragungskanal, und am Ausgang des Nullmetrik-Komparators 40 erscheint das Komparatorergebnis  $k=1$ . Wenn dagegen  $Z < \Theta'_L$  gilt, dann liegt ein schnell veränderlicher Übertragungskanal vor, und das Komparatorergebnis  $k$  nimmt den Wert  $k=0$  an.

25 Mit dem Komparatorergebnis  $k$  wird die Schwellwert-Tabelle 42 adressiert, die für den Fall  $k=0$  den Schwellwert  $\Theta_{U,0}$  und für den Fall  $k=1$  den Schwellwert  $\Theta_{U,1}$  ausgibt. Wieder wird im Fall eines langsam veränderlichen Übertragungskanals ein strengerer Schwellwert  $\Theta_{U,1}$  gewählt als im Fall eines schnell veränderlichen Übertragungskanals, so dass  $\Theta_{U,1} < \Theta_{U,0}$  gilt. Der Schwellwert  $\Theta_{U,k}$  wird dem Metrik-Vergleicher 29 für unzuverlässige Rahmen zugeführt, der einen Vergleich zwischen der Metrik  $M$  und dem Schwellwert  $\Theta_{U,k}$  durchführt. Wenn  $M \geq \Theta_{U,k}$   
30 gilt, dann signalisiert der Metrik-Vergleicher 29 das Vorliegen eines unzuverlässigen Rahmens.  
35

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger, mit
- 5 - einem Faltungsdecodierer (11) zur Decodierung der empfangenen Datenpakete,
  - Mitteln zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete,
  - 10 - Vergleichsmitteln (25, 29), welche für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristische Parameter (M) mit Schwellwerten ( $\Theta_B$ ,  $\Theta_U$ ) vergleichen und die Datenpakete in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis akzeptieren, verwerfen oder modifizieren,
- 15 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps, welche ermitteln, ob es sich bei dem aktuellen Übertragungskanal um einen schnell veränderlichen oder um einen langsam veränderlichen Übertragungskanal handelt, und
  - 20 - Mittel zur Festlegung der Schwellwerte ( $\Theta_B$ ,  $\Theta_U$ ) für die Vergleichsmittel (25, 29) in Abhängigkeit vom ermittelten Übertragungskanaltyp.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten Datenpakete einen Faltungscodierer (18) zur erneuten Codierung der decodierten Daten (12) umfassen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
- 30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass die Mittel zur Bewertung der Qualität der codierten Datenpakete mindestens eine XOR-Verknüpfung (20) umfassen, mit dem die Abweichungen zwischen den empfangenen Daten (7) und
- 35 den durch den Faltungscodierer (18) erneut codierten Daten (19) feststellbar sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Mittel zur Bewertung der Qualität der decodierten  
Datenpakete einen Fehlerzähler (22) umfassen, der die Fehler-  
5 zahl (M) als Zahl der Abweichungen zwischen den empfangenen  
Daten (7) und den durch den Faltungscodierer (18) erneut co-  
dierten Daten (19) zählt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Vergleichsmittel (25, 29) die vom Fehlerzähler (22)  
ermittelte Fehlerzahl (M) mit mindestens einem Schwellwert  
( $\Theta_B$ ,  $\Theta_U$ ) vergleichen und die Datenpakete in Abhängigkeit vom  
Vergleichsergebnis akzeptieren, verwerfen oder modifizieren.

15 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps den  
Übertragungskanaltyp anhand der Verteilung der Häufigkeiten  
20 der verschiedenen für die Datenpakete ermittelten Fehlerzah-  
len (M) erschließen.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps den  
Übertragungskanaltyp anhand des Anteils von fehlerfreien Da-  
tenpaketen bestimmen.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps ei-  
nen Nullmetrik-Zähler (35) umfassen, der innerhalb einer vor-  
gegebenen Zahl (N) von Datenpaketen die fehlerfreien Datenpa-  
kete zählt.

35 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,



dass die Mittel zur Bestimmung des Übertragungskanaltyps mindestens einen Vergleich (39, 40) umfassen, der die Zahl (Z) bzw. den Anteil der fehlerfreien Datenpakete mit einem Nullmetrik-Grenzwert ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) vergleicht, wobei anhand des Vergleichsergebnisses (i, k) bestimmt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,  
 10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
 dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt, eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert wird als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder Anspruch 10,  
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
 20 } dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt, die Schwellwerte ( $\Theta_B, \Theta_U$ ) für die Vergleichsmittel (25, 29) auf niedrigere Werte gesetzt werden als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
 30 dass die Vergleichsmittel (25) zur Ermittlung schlecht empfangener Datenpakete einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen Parametern (M) und einem ersten Schwellwert ( $\Theta_B$ ) durchführen und dass die Vergleichsmittel (29) zur Ermittlung unzuverlässig empfangenen Datenpakete einen Vergleich zwischen den für die Qualität der Datenpakete charakteristischen Parametern (M) und einem

zweiten Schwellwert ( $\Theta_U$ ) durchführen, welcher kleiner ist als der erste Schwellwert ( $\Theta_B$ ).

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass es sich bei dem Übertragungskanal um einen Halbraten-Kanal und insbesondere um einen Halbraten-Sprachkanal handelt.

10 14. Mobilfunkempfänger, welcher eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst.

15 15. Verfahren zur Detektion von schlecht bzw. unzuverlässig übertragenen Datenpaketen in einem Funkempfänger, insbesondere in einem Mobilfunkempfänger,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h folgende Schritte:  
a) Ermitteln, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt;  
b) Festlegen von Schwellwerten ( $\Theta_B$ ,  $\Theta_U$ ) für die geforderte  
20 Qualität der Datenpakete in Abhängigkeit von dem im Schritt a) ermittelten Typ des Übertragungskanals;  
c) Vergleichen von für die Qualität der decodierten Datenpakete charakteristischen Parametern (M) mit den festgelegten Schwellwerten ( $\Theta_B$ ,  $\Theta_U$ );  
25 d) in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis Akzeptieren, Verwerfen oder Modifizieren der Datenpakete.

16. Verfahren nach Anspruch 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
30 dass im Schritt c) die für jedes Datenpaket ermittelte Fehlerzahl (M) mit mindestens einem Schwellwert ( $\Theta_B$ ,  $\Theta_U$ ) verglichen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder nach Anspruch 16,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass anhand der Verteilung der Häufigkeiten der verschiedenen für die Datenpakete ermittelten Fehlerzahlen (M) erschlossen

wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17,

5    d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
dass anhand des Anteils von fehlerfreien Datenpaketen bestimmt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

10    19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,

15    d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
dass innerhalb einer vorgegebener Zahl (N) von Datenpaketen die fehlerfreien Datenpakete gezählt werden, und dass durch einen Vergleich der Zahl (Z) bzw. des Anteils der fehlerfreien Datenpakete mit einem Nullmetrik-Grenzwert ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) ermittelt wird, ob ein schnell veränderlicher oder ein langsam veränderlicher Übertragungskanal vorliegt.

20. Verfahren nach Anspruch 19,

20    d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt, eine höhere Qualität der empfangenen Datenpakete gefordert wird, als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder Anspruch 20,

30    d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
dass für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete über dem Nullmetrik-Grenzwert ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt, die Schwellwerte ( $\Theta_B, \Theta_U$ ) für die Vergleichsmittel (25, 29) auf höhere Werte gesetzt werden als für den Fall, dass die Zahl (Z) bzw. der Anteil der fehlerfreien Datenpakete unterhalb des Nullmetrik-Grenzwerts ( $\Theta_L, \Theta'_L$ ) liegt.

## Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zur Qualitätsprüfung von über einen Funkkanal übertragenen Datenpaketen

5

10

Es wird eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Detektion von schlechten bzw. unzuverlässigen Rahmen in einem Funkempfänger beschrieben, bei dem die Schwellwerte für die Fehlerzahl bzw. Metrik in Abhängigkeit vom Typ des Übertragungskanals adaptiert werden. Für langsam veränderliche Übertragungskanäle wird dabei eine höhere Qualität gefordert als für schnell veränderliche Übertragungskanäle. Der aktuell vorliegende Übertragungskanaltyp kann anhand des Anteils der Datenpakete mit Metrik Null erschlossen werden.

15

(Fig. 5)

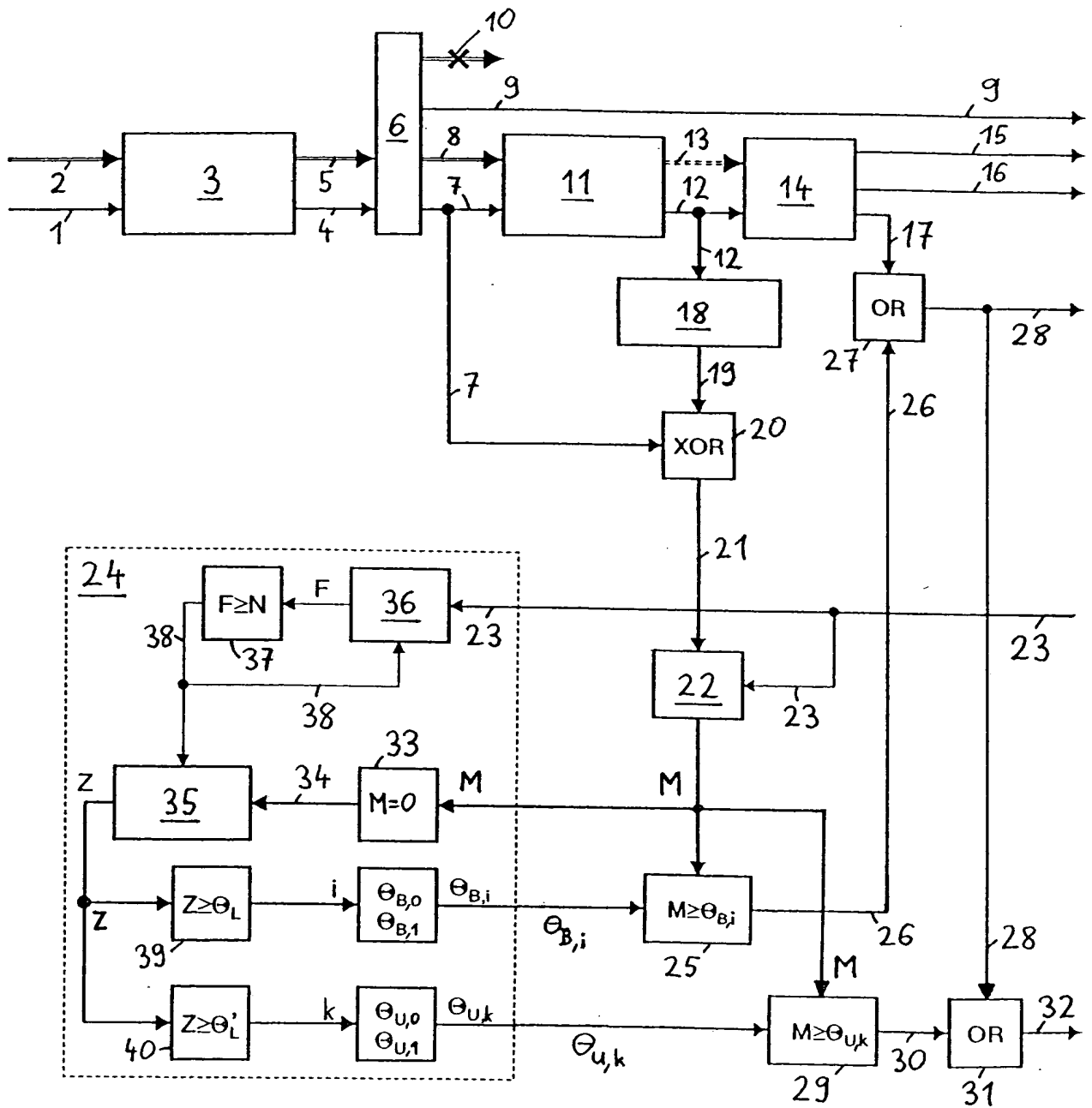


Fig. 5

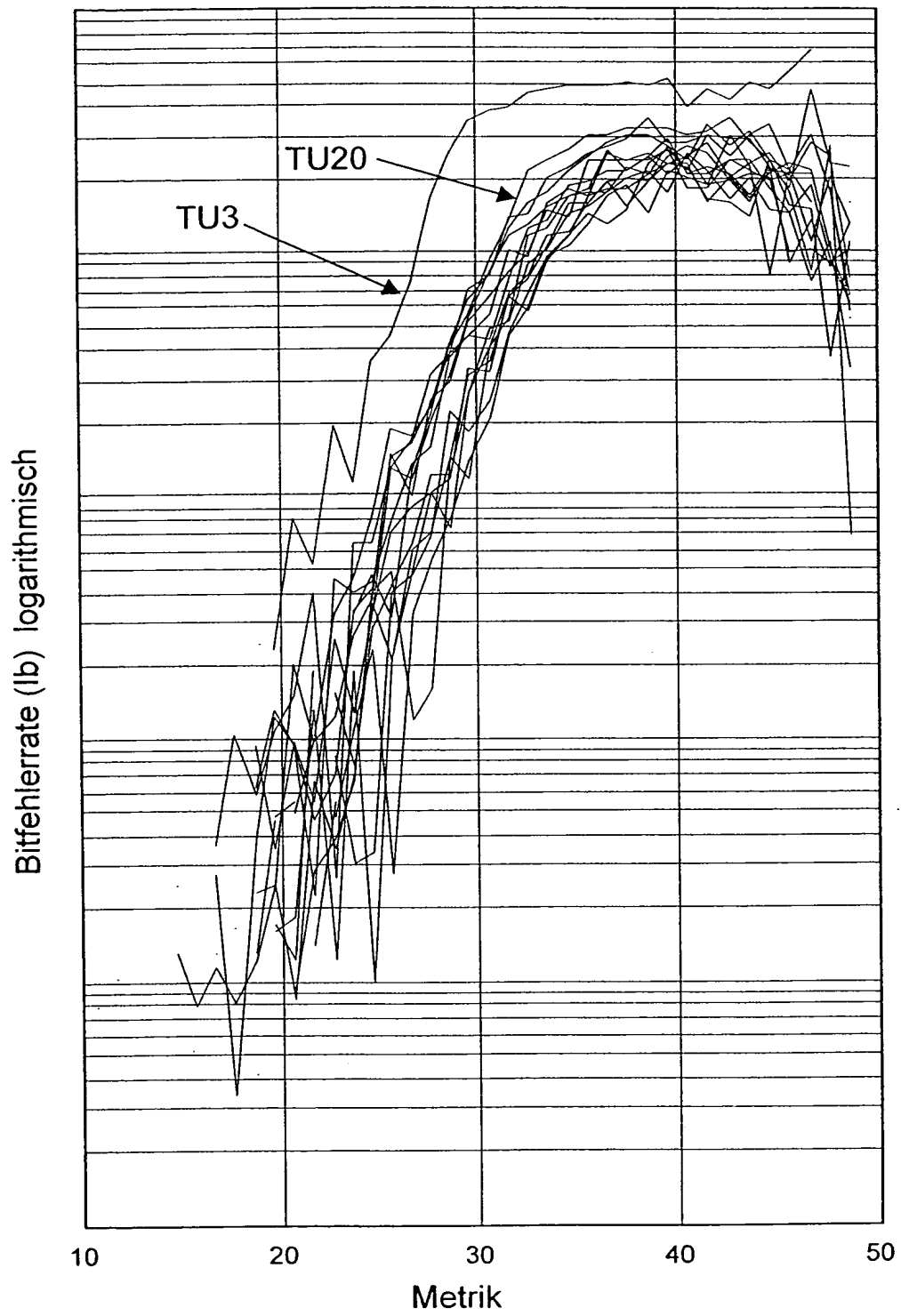


Fig. 1

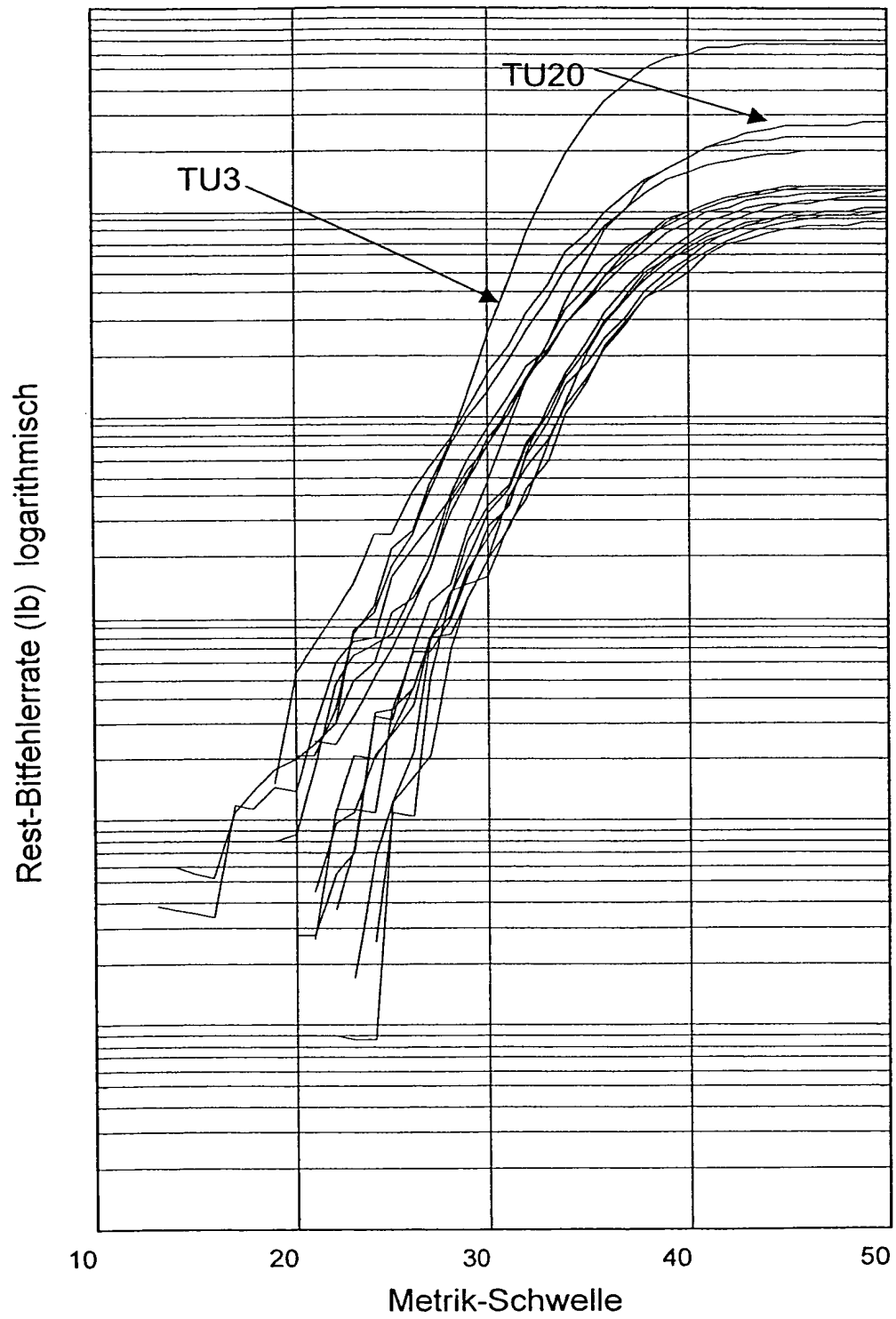


Fig. 2

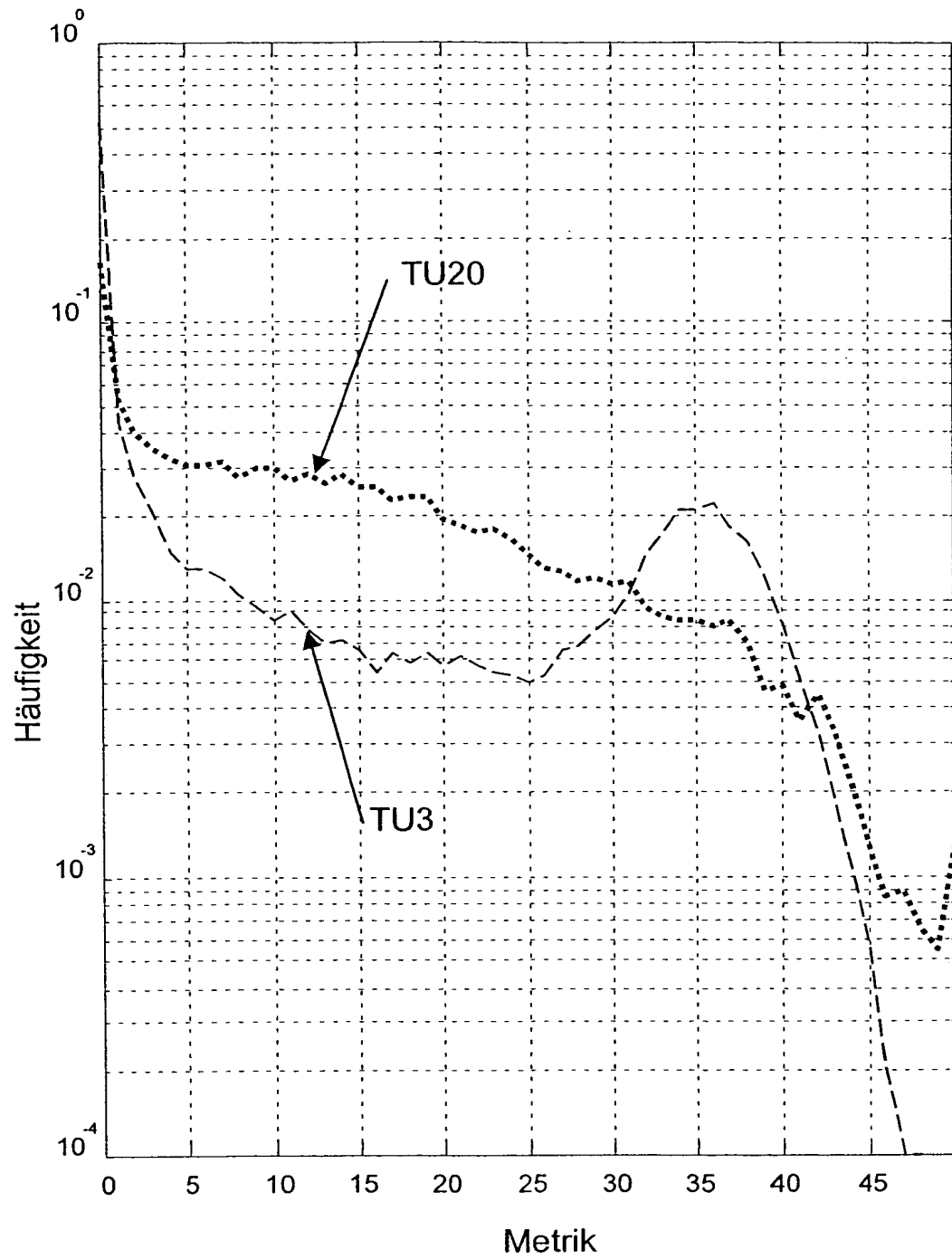


Fig. 3



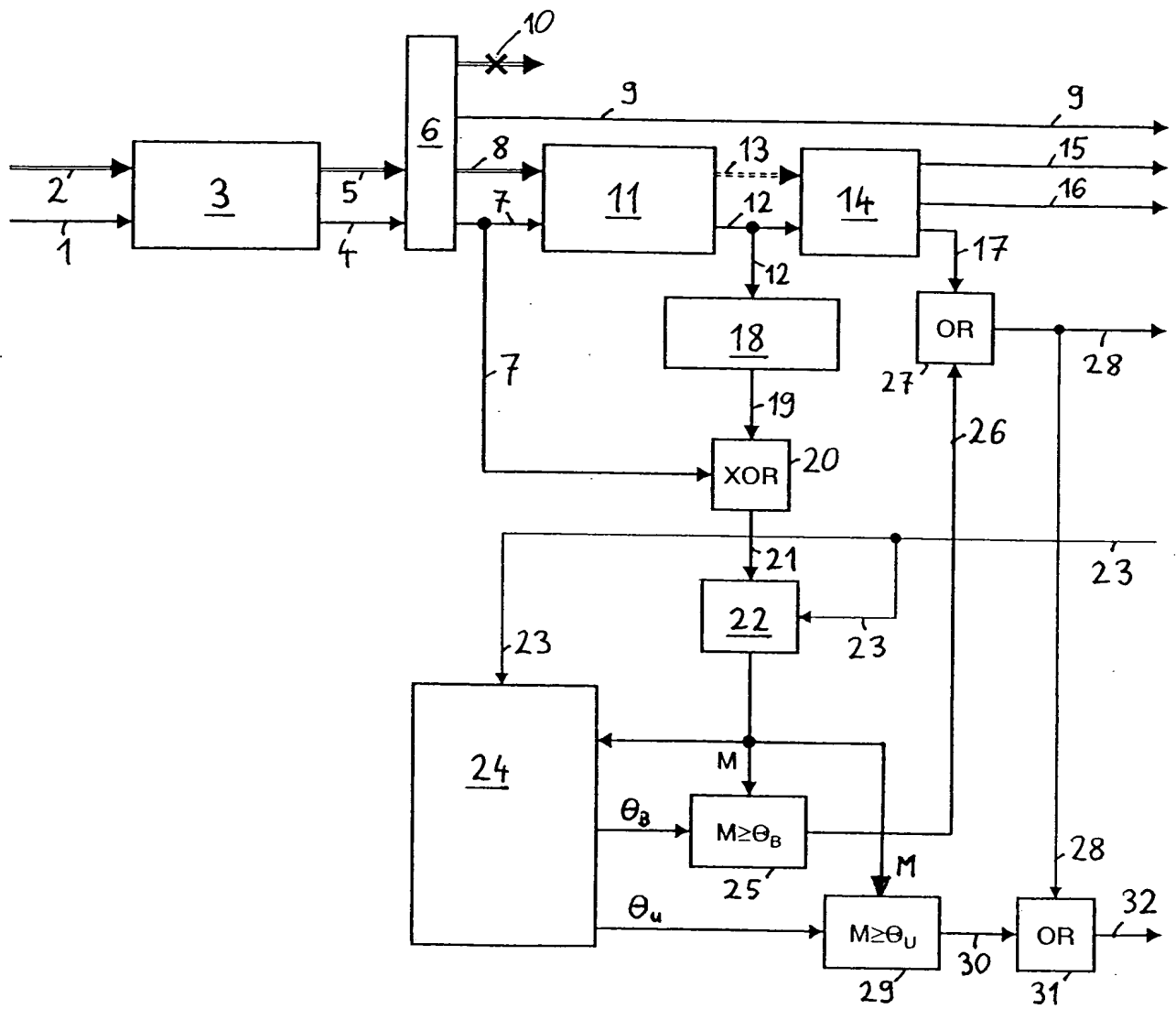


Fig. 4

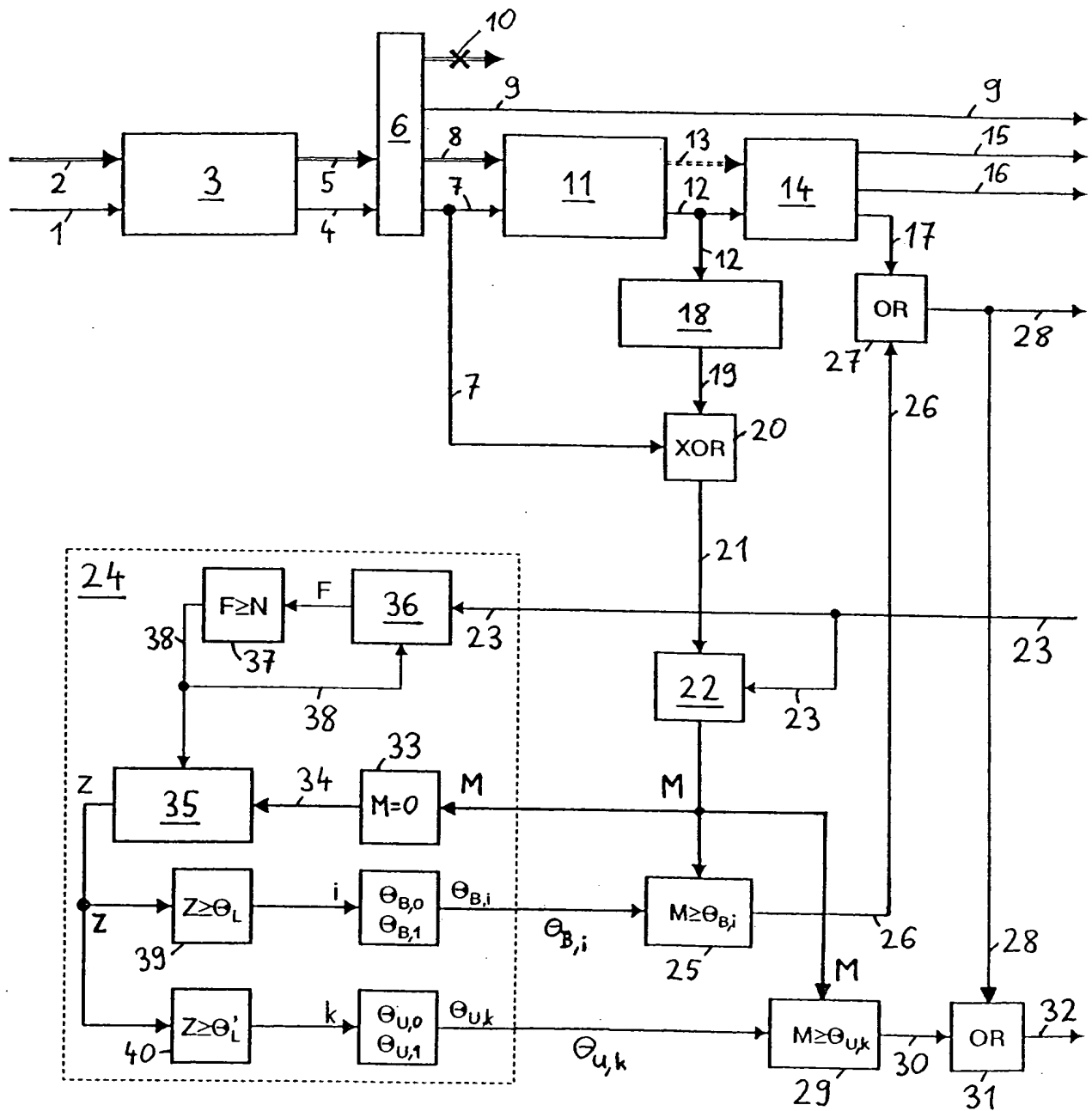


Fig. 5